

improvement will require cooperation from the industry and the government. There are several potential roles for the government in a 'National Genetic Improvement Program.' The support for the university system is essential for the success of the pig industry. The university system has a vital role on education (of students, faculty, producers and consumers) as well as research and technology transfer. The government could also have a role in supporting the central test stations and AI stations across the country. An accurate and comprehensive pedigree maintenance system is essential to genetic improvement, and the government could be an active participant in this area. And it will be vitally important for the government to be active in the importation of new genetics in the area of biocuriosity.

This conference was designed to lay the groundwork for leaders in China to gain information that might assist them in making decisions about how to structure a 'National Genetic Improvement Program' for swine, and to discuss the

components that are needed and could be utilized. Now it is up to leaders in China to make decisions and go about implementation. Decisions include what needs to be done next, what can be done successfully, what are the best approaches to implementation, what are the roles and responsibilities for the people that make a program successful, and what is the role of each of the industry participants. The people involved in this conference offer their support for you and others in accomplishing your goals and look forward to working with you in the future. We have tried to encapsulate the scope and depth that the challenges involved in development and implementation of a 'National Genetic Improvement Program' for swine in China. We have offered information, suggestions and advice based on our experiences in developing and implementing programs such as this. We offer assistance, technology that we have developed, and encouragement for your success in improving swine genetics in China.

(Edited by LI XIAOHUI)

译文

## 国家猪遗传改良: 成功所必需的计划要素和组织结构述评

John MABRY

(Iowa Pork Industry Center, Iowa State University, Ames, IA 50014 USA)

**摘要:** 中国的养猪业是一个繁荣发展的行业, 过去 10 年呈现出显著的增长。在像养猪业这样面临全球激烈竞争的行业, 要想长期保持成功和活力, “国家猪遗传改良计划”是必不可少的。制定这一计划需要吸收世界范围内专家的成功经验和技能, 但必须以中国养猪业现有框架为基础, 由中国自己的专家、管理人员和生产者完成。“国家猪遗传改良计划”需要的远不仅是技术, 它的成功取决于养猪生产者与政府的密切合作, 而来自大学的技术支撑是其成功的关键。在这一计划中, 大学在教育(学生、教师、生产者和消费者)、以及研究和技能传递中起了至关重要的作用。政府可以在全国范围内的测定中心和人工授精中心方面扮演重要的角色。一个全面和准确的种猪系谱记录系统是遗传改良的基础, 这对于从其他群体引进新遗传素材有着重要的作用。

**关键词:** 猪; 国家遗传改良计划; 组织结构

中国的养猪业是一个繁荣发展的行业, 过去 10 年呈现出显著的增长, 全国各地都出现了新型现代化的养猪场, 为了努力提高猪传统品种的生产性能

和生产效率, 从不同国家引入了大量的遗传资源。在像养猪业这样面临全球激烈竞争的行业, 要想长期保持成功和活力, 就需要一个国家猪遗传改良计划

(National Swine Genetic Improvement Program), 制定这一计划需要吸收世界范围内专家的成功经验和技能, 但必须以中国养猪业现有框架为基础, 并由中国的科学家、行政管理人员和生产者来实施。

从各方面来说我们的出发点是清楚的, “国家猪遗传改良计划”需要的不仅仅是技术。从事猪遗传改良技术研究的科学家们很乐于研究这些技术并运用于生产实际, 应用 BLUP方法评估和分析全国范围公猪遗传性能是令人愉快的工作之一。寻找新的控制重要性状的 QTL并最终定位, 预期可取得极大的成功。然而, 要成功地改进国家猪群体的遗传性能, 需要逐步建立一套系列方法, 它包括许多技术如遗传学和其他学科的相关知识, 为了维持长久的遗传进展, 需要养猪生产者、科研机构、政府部门和食品行业的紧密合作。

作为参与遗传改良计划的科学家, 我们自然从传统遗传学角度出发, 必须设计一个能通过选择进行遗传改良的计划, 这种改进是可以长期维持的, 也是我们拥有的最强大的工具。所以, 要把精力集中在能使选择准确性和选择强度最大化(要控制近交)的技术上, 同时尽量维持大的群体遗传变异。另一个有效的方法则是引进优良资源。

许多华人认为其他国家有优良的遗传资源, 可以引进许多种猪来改进传统猪品种。为了使这些努力成功, 必须保证这些种猪有真正的遗传优势, 需要准确选择最好的猪引进, 但其他方面(运输、检疫、官方文件规定的有关要求)则非常麻烦。尽管如此, 在过去几年这项工作仍然是很成功的。另外一个实现短期遗传改进的方法是使用合理的交配系统, 获得杂交优势和品种间性能互补效应。合适的遗传系统设计能保证通过这一方式获得遗传性能的优势。

如前所述, 要保证长期的遗传进展需要有许多遗传学知识以外的其他要素。影响遗传改良计划的主要因素包括: (1)个体识别系统(包括系谱维护); (2)猪场数据管理系统; (3)性能数据采集系统; (4)肉质数据采集系统; (5)表型选择的作用; (6)分子遗传规划; (7)数据处理和编辑系统; (8)育种值估计; (9)利用 BLUP育种值构建选择指数公式; (10)应用数量遗传学知识估计的育种值与分子遗传信息的结合; (11)用于选种选配的育种值评估报告; (12)质量控制系统; (13)中心测定站的作用; (14)人工授精中心的作用; (15)遗传资源引进(迁移); (16)场内遗传改良计划的运用; (17)场间遗传评估。

然而, 在建立“国家猪遗传改良计划”的同时也应考虑一些其他必要的因素, 必需考虑到中国养猪

业独特的结构。比如怎样使中国不同地方猪场积极参与该计划并有效实施? 在建立和实施该计划的过程中政府应起的作用又是什么? 首先, 简要地讨论上述主要因素对一个成功的国家猪遗传改良计划的贡献。

## 1 个体识别系统

准确地估计育种值要求动物个体识别是唯一的, 包括正确的亲子关系。唯一的个体识别系统的组成包括猪品种、出生日期、来源的猪场、猪场内窝号、窝内序号。最好是有一个各场通用的系统, 但是现实却迫使我们也应接受一个具有兼容性的动物识别系统, 能从不同猪场数据系统中提取数据。既然这个系统要在全中国使用, 就应建立国家数据采集中心。

## 2 猪场数据管理系统

大部分猪场的数据是由猪场工作人员收集的, 很可能又为同一个人使用。随着猪场规模的扩大, 这些猪场必须有一个可行的数据管理系统以提高其生产水平, 该系统最好是用汉语开发的。然而, 不应强求所有猪场都使用相同的系统, 关键是各系统能兼容, 能使遗传改良计划方便地提取数据。

## 3 性能数据采集系统

为提高重要经济性状的遗传进展, 首先应正确地测定感兴趣的性状。这些测定系统必须能给出准确的性能测定值, 能与性状的表达一致, 能适应经济回报因素的改变, 能与养猪生产者的利益相关, 并能广泛使用。遗传改进的目标是繁殖性状、生长性状、胴体组成性状和肉质性状。

选择最多的性状是繁殖性状, 这类性状遗传力很低、经济价值高、杂种优势较大。可通过对窝产活仔数选择来提高母猪繁殖性能。还要提高母猪的泌乳性能(可提高仔猪存活率和以后的生长速度)这方面可通过测定仔猪断奶窝质量(窝重)或通过其他相关性状选择的方法来实现。要最大限度降低母猪非生产天数, 遗传上可选择断奶至首次再发情间隔(容易测量、稳定遗传)较短的个体。难以测量的性状, 如母猪发情年龄、食欲和母猪使用年限也需要重点研究。幸运的是, 发情年龄和母猪食欲的改进可以通过对高生长速度选择而获得相关选择反应, 母猪使用年限能通过表型选择得到改进。

断奶后性状包括生长性能、胴体组成、饲料转化率和猪肉的食用性。高生长速度的选择能降低生产成本, 提高饲料转化率, 提高母猪食欲和降低后备母

猪的发情年龄。跨场间的比较必须要利用标准化的生长速度测定指标,如达上市体重(如 114 kg)的天数。保持产品有令人满意的胴体组成成分很重要(有足够高的瘦肉率,但肉质却没有问题)。准确测定胴体组成成分最好是用‘实时超声波’测背膘厚和眼肌面积。饲料转化率一直是重要的经济性性状,但同样地难以进行单个个体的测定,所幸的是可以通过选择高生长速度和瘦肉率来间接改进。

## 4 肉质数据采集系统

目前许多国家还未将肉质性状纳入定价体系中,但事实上对于每个国家来说,肉质性状在经济上都是十分重要的。太瘦的猪肉,没有足够的肌间脂肪,或者是 pH 值太低,就会渗出液汁过量,减少回头客而造成经济损失。这方面要进行改进,必须建立适当的肉质性状活体测定方法,正确估计其经济重要性。这在猪场内可能比较难测定,为了持续的改进,可能需要一个更集中统一的方法,幸运的是分子遗传学的发展为肉质的改善提供了有力的保障。

## 5 表型选择的作用

虽然不如 BLUP 和 QIL 那样‘闪亮’或是技术上令人惊喜,但在遗传改良计划中确实需要表型选择。在成功地高度选择了瘦肉率、高生长速度和高窝产仔数的同时,我们也看到在不包括体型结构表型选择的育种计划中,伴随着这些性状的遗传改良,猪的适应性相应地下降了。表现出母猪的使用年限缩短、母猪死亡率上升及仔猪断奶后死亡损失增大。一个成功的遗传改良计划需要包括体型结构的选择(脚和腿、臀部、结构、体型)以及综合繁殖性能的选择(奶头数和奶头质量、阴户结构、睾丸的发育)。另外,遗传病的选择也很重要,如疝气和脱肛。新的分子遗传学研究同样为减少遗传缺陷造成的损失提供了保障。

## 6 分子遗传规划

在过去几年期间最时髦、最闪光、也是投资最大的研究领域是分子遗传学,它在不同猪群中改良肉质方面(氟烷基基因和酸肉基因标记)是成功的,在特定群体中提高了生长速度、饲料转化率和窝产仔数等性状。很重要的一点,这一技术最大可能地为我们提供了改良遗传病的方法。然而,这一技术仍面临很多挑战(费用、群体间的重复性、有效标记的寻找等)。分子遗传学的发展不能依赖猪场,需要大学、政府和育种公司的努力。

## 7 数据处理和编辑系统

在确定选择的性状并准确测定后,需要一个系统来编辑数据、检查准确性、作必要的校正,并将数据传送给程序员估计育种值。数据编辑校对中常见的错误有:排版错误、读取数字错误、记录错误等。这些错误可能随时发生,能够发现并更正这些错误的系统是必须的。这一系统包括计算机化和人工输入。

## 8 育种值估计

在获得重要经济性性状的性能测定数据后,要估计个体育种值(BV)的大小,用于选择、淘汰和选配。需要明确的一个问题是,这些育种值应该在哪里估计?如果这一系统是训练有素的动物遗传学家开发的,BV的 BLUP估计技术已经简化,可以直接在猪场应用。但是在猪场所作的 BV估计只包括猪场本身的数据,还需要将遗传优势(育种值)在场间进行比较。所以,BV应集中进行估计(或者以跨场间为依据)而且在设计 BV估计程序时还应考虑以下几个方面:数据是否对已知的非遗传因素进行了校正?或者将这些因素作为固定效应、随机效应和协变量处理?应利用哪种遗传模型分析(固定效应、随机效应、协变量、互作)?大多数 BV估计程序都需要该群体某性状方差组分的先验信息,这些信息又如何估计?曾经设计准确估计 BV的 BLUP程序有些困难,幸好那已不再是个问题。还有,估计这些育种值的间隔频率等。简单的规则就是必须针对某一猪场及时地进行估计,保证不耽搁猪场选种选配上的使用。

## 9 利用 BLUP育种值构建选择指数公式

为了使几个重要经济性性状同时得到改善,必须利用选择指数进行多性状的选择。在中国,该指数必须考虑杂交系统终端养猪户的利益。需要构建用于母系品种,如长白猪和大约克夏的母系指数,主要包括繁殖性状(终端杂交系统中母系品种的首选性状)、生长性状和胴体组成性状(因为母系毕竟提供一半的基因给商品群)如果有可利用的肉质性状,也应该包含在该指数中。通常这些指数都以窝表示的,因为其后代会因母体效应而影响其成绩(母系的公猪则用其女儿成绩表示)。相应地需要构建终端父系指数用于终端品种的选择,如杜洛克猪。这一指数应该包括终端父系影响商品群表现的相关性状,主要有生长性状、胴体组成性状和可用的肉质性状。

指数中所用的经济加权值必须根据中国市场和生产体系准确的经济学分析来确定。另外,收益率并不总是线性函数,如过度的选择瘦肉率,可能导致那些未包含在线性选择指数中的肉质性能下降。因此,在改良计划中应考虑对 BV 指数中某些性状设定阈值。

## 10 应用数量遗传学知识估计的育种值与分子遗传信息的结合

当开发了更多准确估计分子遗传特性的方法后,必须建立一个能够将这些新信息与目前所计算的选择指数结合起来的方法,并依此进行选择。尽管可以用独立淘汰法直接利用这种信息,但是有必要考虑其他更好的方法。

## 11 育种值报告

计算了育种值和选择指数之后,这些结果需要反馈给生产者以供其选种选配使用。这一信息应该可以为在生产周期中任何一个环节的决策提供依据。其中一个环节是在母猪断奶时,这时需要选择优秀的母猪进行纯繁,并确定表现最差的母猪预淘汰。由于母猪本次断奶的数据资料用于选择,因此,从断奶到决定选择与否的时间间隔不应超过 3 天,这就必须要能及时估计育种值和报告结果。另一个选择环节则是后备母猪更新和选择人工授精公猪时。此时育种值报告是必须的,这时表型选择也是需要的。

## 12 质量控制系统

对任何过程而言,实施质量控制的准确、适当的程序是必要的。在利用系谱信息估计育种值时,亲子关系时常发生错误。要查出亲本或性别等错误并改正。幸运地是,这些检查能用计算机程序化处理。虽然这一程序能提供准确的育种值和选择指数供猪场使用,但需要在一段时间内对选种决策进行监控。设计评估实际选择差的程序将有助于进行监控。有必要在一段时间对猪场的遗传趋势进行估计,并与其他猪场进行比较。周期性的遗传趋势下降百分数可作为从不同角度了解所选择种猪质量的基准。执行这一工作的人将最清楚种猪选择中哪个环节应该做决策,哪里最需要帮助。

## 13 中心测定站的作用

中心测定站很早就用于猪的遗传改良,它是在相同的饲养环境中测定个体遗传性能的一种方法。除去这些环境效应可使育种值的估计更加准确。然

而,人工授精出现后,可利用共同的种猪在猪场间建立更多的遗传联系,目前绝大多数生长测定是现场测定的并用 BLUP 估计育种值。然而,有些性状在猪场不易测定,需在测定站进行。比如,肉质性状和饲料转化率等。中心测定站还为一些新技术示范应用提供机会,如实时超声波估计胴体组成。中心测定站的使用面临的问题在于归谁所有、谁支付费用、由谁进行管理。然而,中心测定站可以在国家猪遗传改良计划中使用。

## 14 人工授精中心的作用

人工授精是快速持久的遗传改良所需的一项必要技术,是将优良基因扩散到不同猪场的有效工具。当不同猪场使用同一公猪时,遗传纽带和联系就建立起来,这是准确的场间遗传比较所必需的。并且,人工授精站为遗传资源的交换提供了健康的渠道。然而,人工授精站也需考虑以下重要的问题:人工授精站归谁所有?精液卖给谁?他们从哪里获得公猪?这也许是私人与政府共同参与的领域。

## 15 遗传资源引进

养猪生产和种猪业都是世界范围的产业。当你想要更新本地品种使其具有国际上优良的遗传基因时,其他国家会在允许出口的品系和群体中选择一些种猪,并观察它们对中国猪遗传性能改良的影响。所有的国家都意识到有组织的引种计划能加速遗传改良,然而,它取决于引种的有效性,因此,引种者必须到成功实施了遗传改良计划的群体中挑选,并准确地识别具有遗传优势的个体,例如美国的 STAGES 计划。整个引进过程应该在不危害安全的情况下进行,且在引进之后,必须监测引进个体后代的性能表现,来判断引进是否成功,这些信息对将来的引种有用。事实表明遗传资源引进对改变选择目标、加快这些新品种(系)的选择进展是十分必要的。

## 16 场内遗传改良计划

“国家猪遗传改良计划”应包括场内和场间 2 个部分。目前在商品猪场运用 BLUP 方法选择繁殖性状是很可行的,在种猪场则可用于所有性状的选择,当然表型选择适用于所有的猪场。如果各个猪场的改良计划都纳入“国家猪遗传改良计划”,将极大地促进整个国家的猪遗传改良,这是由于获得了额外的选择强度的缘故,另一个原因是当猪场意识到自己是国家计划的一部分后,会给这个计划更大的支持。

## 17 场间遗传评估

因为种猪遗传资源饲养在不同的猪场, 管理和环境各不相同, 在场间准确鉴定具有遗传优势的个体是“国家猪遗传改良计划”的重要任务, 这也是美国国家猪遗传改良计划的重要组成部分。然而, 它要求有不同的种猪场参与, 跨场间的准确比较必须建立场间遗传联系, 然后采用适当的技术和方法在全国范围内进行跨场间的遗传比较。

“国家猪遗传改良计划”的建立与实施可以极大地推动中国养猪业的发展。中国的养猪业正在从地方猪种为主向高生产性能的引进品种转变, 并不断进行遗传改良。新猪场的规模越来越大, 使用的技术越来越多, 同时也越来越多地受商业利益的驱动。这些新的猪场需要大量资金投入, 投资者更加谨慎。这些新的猪场倾向于独立运行其遗传改良计划, 所以产生一个问题: 它们是否会加入“国家猪遗传改良计划”? 或许在欢迎给予它们猪场新技术利用方面帮助的同时, 在国家组织共享数据并与其他种猪场进行比较时很有可能会遇到一些阻力。“国家猪遗传改良计划”的设计和运用必须考虑这些问题。

一个成功的“国家猪遗传改良计划”需要企业和政府的合作。在“国家猪遗传改良计划”中, 政府可以在几个方面有所作为。对大学的支持是养猪业成

功的必要条件, 大学在人才培养方面起着至关重要的作用(学生、教师、生产者和消费者) 同样地在科学研究和技术推广方面也是如此。政府还有一个任务是资助建立测定中心和人工授精站。一个准确、全面的系谱维护系统也关系到遗传改良计划的成败, 政府应该积极参与这方面的建设。最后一个十分重要的问题是在引进新的遗传资源过程中的生物安全方面, 政府应该给予高度重视。

本次会议目的是为中国有关领导了解有关信息打基础, 这些信息有助于他们在组织实施“国家猪遗传改良计划”时的相关决策, 也有助于讨论这一计划需要什么和干什么。现在摆在中国有关领导面前的问题是要做出决定和着手行动, 决定包括下一步要做什么, 哪一项可以顺利完成, 最好的实施方案是什么, 能成功实施该计划的这些人员应该起什么作用及承担什么责任, 还有每个参与的猪场的作用又是什么? 所有参与本次会议的人员都将为实现这一目标给予必要的支持, 并期待将来能在一起工作。我们试图精减中国“国家猪遗传改良计划”的规模并降低其难度, 还提供了一些建立和实施同类遗传改良计划的经验, 并提出上述意见和建议。我们将提供必要的帮助和研究开发的技术, 以鼓励你们成功建立中国的猪遗传改良计划。

【译者 李晓筠; 责任编辑 李晓卉】